

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

**Б.Ю. ПАГІ**

## **КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

до спеціального курсу «**ІНЖЕНЕРНІ СПОРУДИ**»

з дисципліни «**Архітектура будівель та споруд**»

(для студентів 3 курсу напрямку 6.060101 (0921) «Будівництво»,  
спеціальностей: «Міське будівництво та господарство» і «Промислове і  
цивільне будівництво»)

**Конспект лекцій** до спеціального курсу *«Інженерні споруди»* з дисципліни *«Архітектура будівель та споруд»* (для студентів 3 курсу напряму 6.060101 (0921) «Будівництво», спеціальностей: «Міське будівництво та господарство» і «Промислове і цивільне будівництво»).

Укл.: Пагі Б.Ю.; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2009. – 19 с.

Укладач: к.т.н., доцент кафедри «Містобудування»,

Пагі Б.Ю.

Рецензент: доцент кафедри «Містобудування»,

Мізяк М.І.

Рекомендовано кафедрою «Містобудування»,  
протокол № 1 від 29.08.2009 р.

## **Зміст лекцій**

### **з дисципліни**

### **„Архітектура будівель та споруд” (спец, курс „Інженерні споруди”) за спеціальністю 8,0921 „Промислове та цивільне будівництво”**

Загальні відомості про інженерні будівлі та споруди.

**Тема 1** Вступ. Призначення дисципліни її місце в фаховій підготовці її задачі, сучасне значення, техніко-економічна складова

Спецкурс „Інженерні споруди” призначений довести до відома студента важливе місце предмета в організуванні професійних знань, умінь та навичок з питань проектування інженерних споруд. Інженерні споруди займають дуже важливе місце в такій системі, як екополіс (місто та його життєзабезпечення, екологію навколишнього середовища, тощо). Інженерні споруди (рис. 1.1.) також будуються на промислових площах (вежі, бункера, пішохідні та транспортні галереї, канали, тунелі, фундаменти під обладнання, естакади, підпорні стіни та інші).

Інженерні споруди класифікують:

- за призначенням;
- за розташуванням;
- за довжиною;
- за конструктивним рішенням
- за матеріалом;
- за умовам використання.

На кожен інженерну споруду є Державні будівельні норми (ДБН), які використовуються при проектуванні та будівництві інженерних споруд.

## **Тема: 2** Особливості проектування інженерних споруд.

Інженерні споруди проектують на основі Єдиної модульної системи (ЕМС), яка являє собою сукупність взаємного ув'язання розмірів обсягово-планувальних і конструктивних елементів будинків або споруд на основі модуля, що дорівнює 100 мм і похідні від нього.

Модульна система сприяє уніфікації розмірів конструкцій і деталей будинків та споруд і створення єдиної методики складання будівельних проектів. За допомогою вживання модульної системи як під час проектування, так у послідовному і в будівництві, досягається можливість випуску підприємствами будівельної промисловості мінімального асортименту кожного виду будівельних виробів, а також можливість взаємозамінюємості деталей і конструкцій відповідно місцевим умовам.

В загальному випадку підземні споруди навантажені на рівні контакту підосви фундаменту з ґрунтом: вагою ґрунту, боковим тиском, реактивним тиском на підосву, а також розташованими на поверхні навантаженнями.

Довговічність інженерних споруд залежить також від гідроізоляції підземних частин інженерних споруд, відповідно ДБН.

### **ПРИВ'ЯЗКА РОЗБИВОЧНИХ ВІСЕЙ ДО КОНСТРУКЦІЙ СПОРУД**

У відкритих прямокутних спорудах розбивочні вісі повинні сполучатися для зовнішніх стін з верхнім зовнішнім ребром панелей, для внутрішніх стін і колон - з їх геометричними вісями (а); в закритих прив'язі розбивочних вісей зовнішніх стін призначають в залежності від прийнятого конструктивного рішення, виходячи з того, щоб було забезпечено надійне опирання конструкцій покриття на стіни.

В циліндричних спорудах розбивочну вісь, відповідно діаметру споруди, сполучають з внутрішньою гранню стін для споруд радіусом кривизни 3 м (б) і з зовнішньою для споруд з великим радіусом кривизни (в).

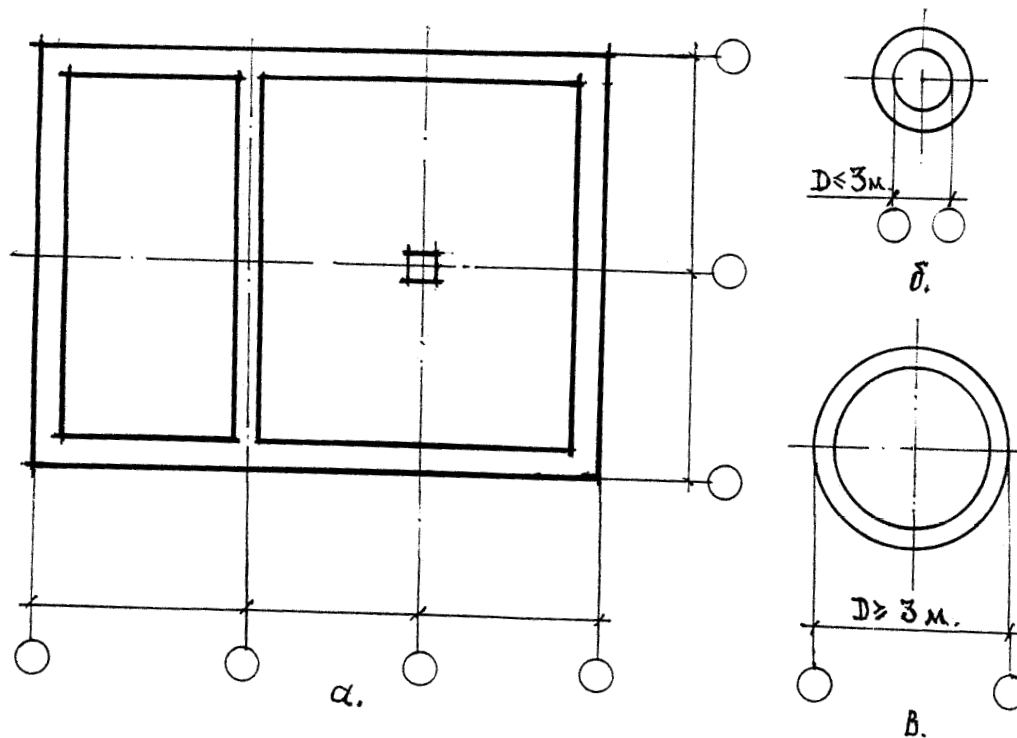


Рис. – Прив'язка розбивочних вісей до конструкцій споруд *а* – прямокутних; *б, в* – циліндричних відповідно  $d \leq 3 \text{ м}$  і  $d > 3 \text{ м}$ .

### Тема 3. Класифікація громадських будівель та інженерних споруд. Вимоги до них

Фундаменти під обладнання класифікують в залежності від розташованого на них обладнання, виду матеріалу і конструктивного рішення і підрозділяють на вимагачі розрахунку на динамічні навантаження і на не вимагачі розрахунку на динамічні навантаження.

На динамічні навантаження розраховують фундаменти під машини:

- з обертаючими частинами (турбоагрегати, електричні машини, центрифуги, відцентрові насоси, димососи, вентилятори та інші.)
- з ударними навантаженнями (ковальські молоти, поршневі компресори, копрові площі, дробилки і млини установки та інші.).
- з кривошитно-шатунними механізмами (дизелі, поршневі компресори, мотор компресори, лісопильні рами і інші).

Етажерки – одно- або багатоповерхові, вільно стоячі споруди,

розташовані в будівлі або зовні. Вони використовуються для розташування, технічного, енергетичного, сантехнічного обладнання, транспортних засобів, а також для обслуговування та ремонту обладнання.

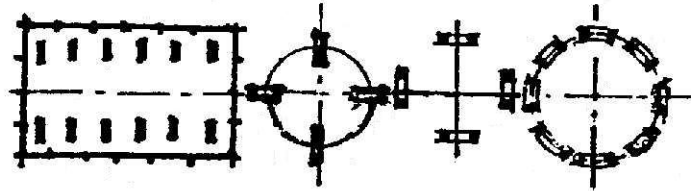


Рис. 1.2 – Опори під апаратуру і ємкості

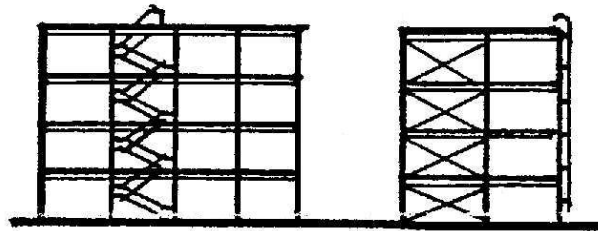


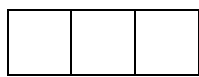



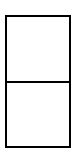
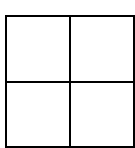
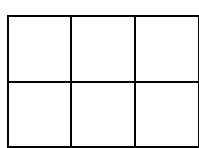

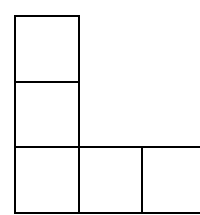
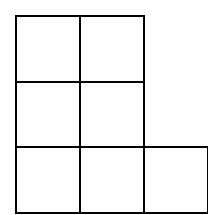
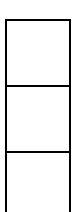
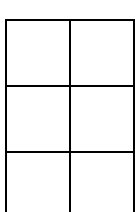
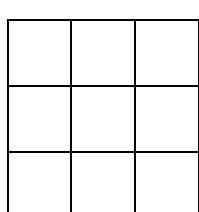

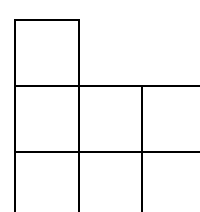
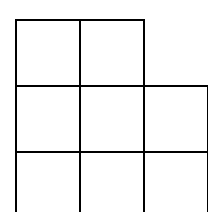


Рис. 1.3 – Етажерки

Етажерки бувають одно- або двопрольотні с різною висотою і довжиною прольотів. Матеріал конструкцій – метал і залізобетон.

Уніфіковані габаритні схеми етажерок наведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Уніфіковані габаритні схеми етажерок

1

2

Схема споруди	$\rho$ , мс/м <sup>2</sup>	Кількість прольотів	$\ell$ , м	Схема споруди	$\rho$ , мс/м <sup>2</sup>	Кількість прольотів	$\ell$ , м
Ескіз	1; 1,5; 2;	1, 2, 3	6	Ескіз	0,5; 1;	1; 2	9
1,2	2,5; 3			1,2	1,5; 2,0		
				Ескіз 1	До 1,5	1; 2	12

Примітка  $\rho$  – нормативне навантаження на 1 м<sup>2</sup> перекриття.

$h_1$  – висота першого поверху (від позначки +0,000 до рівня чистої підлоги);

$h_2, h_3$  – висота другого, третього поверхів.

Крок колон – 6 м.

### ЗМ 1.2. Конструктивні рішення підземних інженерних будівель, споруд

#### Тема 4. Конструктивні рішення тунелів, каналів, колекторів

Канал – підземне зачинене горизонтальне або нахильне простягнуте непрохідне спорудження, призначене для розташування комунікацій. В каналах прокладають зовнішні, або внутріщеві інженерні сети, в тому числі трубопроводи різного призначення, електрокабелі і електрошини, їх використовують також як воздуховоди, лотки для відведення рідини та інше. Висота каналів не перебільшує 1700 мм. В одному каналі пропонується прокладати сети різного призначення, якщо це не суперечить нормам та правилам техніки безпеки.

Тунель - це спорудження висотою зав більш 1800 мм., призначене для розташування комунікацій та обладнання с проходом для обслуговуючого персоналу, або переходи для людей, або для повітроводів великого січення.

По призначенню тунелі бувають:

- пішохідні – для переходу людей;

- конвеєрні – для транспортування матеріалів транспортерами та конвеєрами;
- під штабельні, розташовані під складами матеріалів і призначені для транспортування цих матеріалів;
- комунікаційні – для прокладання трубопроводів різного призначення;
- кабельні – для прокладання електрокабелів та електрошин;
- комбіновані – поєднуючи прокладку трубопроводів та електрокабелів або транспортування з переміщенням людей;
- повітрянонадувні.

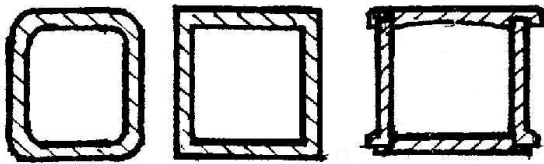


Рис. 1.4. – Тонелі

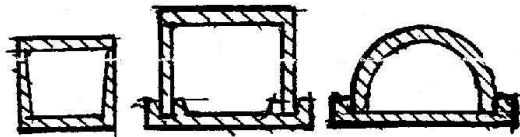


Рис. 1.5. – Канали

## Тема 5. Підвалини, опускні колодці

*Підвали* (дивись інд. завдання 8-10) – споруди заглиблені нижче рівня підлоги або поверхні пласировки ґрунту і розташовані під будинками (вбудованими) або зовні (окремо стоячі).

Підвали використовують:

- для розташування і обслуговування обладнання, котре в технологічних вимогах повинно бути розташовано нижче рівня підлоги будинку або відмітки землі (наприклад, підвали машинних залів, електростанцій);
- для розташування і обслуговування ємкостей, в котрих рідини повинні поступати самостійно (наприклад, масло емульсійне підвали в прокатних цехах).



- для розташування насосних станцій і станцій перекачки стоків, вентиляційних камер і машинних залів кондиціонерів, складів, виробництва, вимагаючи стабільного температурного с вологісного режиму, відсутності пилу та ін., електрообладнання і кабелів (кабельні підвали).

Підвали проектують одноповерховими. В однопрольотних підвалах довжина прольоту 6, дозволяється 7,5 м, якщо це обумовлене технологічними вимогами.

Багато прольотні підвали проектують зі стінками колон 6х6, 6х9 м і висотою від підлоги до стелі, кратною 0,6, але не менш як 3 м. Висоту (в чистоті) проходів в підвалах треба призначати не менш як 2 м. Сходи проектують шириною не менш як 0,7 м з уклоном не більш 1:1; тамбури у сходів і сходи в підвалі огорожують незгоряючими перегородками з межею вогнестійкості не менш як 0,75 г.

По конструктивним рішенням підвали підрозділяються на Каркасні (з повним і неповним каркасом) і безкаркасні.

Безкаркасну схему використовують головним чином для однопрольотних підвалів з самонесучими стінами, на котрі опираються конструкції перекриття. Само несучі стіни можуть бути масивні або гнучкі.

Перекриття підвалів виповняють зі збірних ребристих плит 1500 і 750 мм., використовуваних для перекриття промислових будинків, або посилених армуванням чи устроєм по верху полиці монолітної залізобетонної армованої плити, розташованої в товщі підлоги. Плити опираються на полиці збірних ригелів.

За каркасною схемою вирішують дво- і багато прольотні підвали. При повному каркасі передбачають несучі колони по зовнішніх – стінах і внутрішніх осях підвалу.

Схема з неповним каркасом передбачає устрій по зовнішніх осях самонесучих стін, передаючих на горизонтальний тиск ґрунту на стрічкові фундаменти і на перекриття над підвалом, а по внутрішніх – колон.

**Тема 6.** Окремо стоячі опори та естакади під технологічні трубопроводи, галереї, кранові естакади, залізно рожні розвантажувальні естакади.

Окремо стоячі опори та естакади під технологічні трубопроводи – відкриті горизонтальні або похилі інженерні споруди, призначені для розвантажування технологічних трубопроводів, транспортуючих в межах промислових підприємства пару, газ, гарячу воду, сировину, проміжні або кінцеві продукти промисловості. Опори та естакади складаються з ряду опор (включаючи до себе колони, зв'язки та фундаменти), а для естакад також прольотні будови, які в свою чергу, складаються з ферм або балок, траверс, зв'язків по фермах.

Транспортна галерея – це надземне, повністю або частково закрите горизонтальне або нахилене спорудження, розташоване між будівлями або спорудами і призначене для розташування транспортерів. В залежності від прийнятих рішень (об'ємно-планувальних, конструктивних), а також умов експлуатації галереї проектують різних типів, відрізняються між собою:

- матеріалом основних конструкцій прольотних будівель;
- конструктивними рішеннями прольотних будівель.
- розташуванням транспортерів відносно прольотних будівель;
- конструктивними рішеннями огорожуючи конструкцій.
- по температурному режиму.

Розвантажувальні естакади з залізно дорожніми шляхами (колія 1520 мм) використовують на склад руди, томлива або інертних будівельних матеріалів, привозимих в саморозвантажуючих вагонах, а також складів мінеральних добрив.

Висота естакад (от головки рейки до планувальної відзначки землі) приймають рівною 1,8; 3; 6; 9 м. По конструктивному рішенню розвантажувальні естакади бувають:

- у вигляді плитної (блочної) конструкції;
- блочної конструкції.

При висоті більш, як 3 м. проектують балочні конструкції з

залізобетонними монолітними або збірними опорами с кроком 12 м і сталевими збірними попередньо напруженими прольотними будовами.

Відкриті кранові естакади використовують для механізації навантажувально-розвантажувальних робіт, на складах різних галузей промисловості, в тім разі на складах готової продукції заводів будіндустрії, складах лісу, металу, вугілля та інших матеріалів виробів, хороніння котрих дозволяється на відкритому повітрі. Використовують їх в технологічному процесі при виготовленні залізобетонних конструкцій, на полігонах, в установах грануляції шлаків, в копрових цехах, на дільницях роздягання злитків, на металургійних заводах.

При проектуванні кранових естакад використовують більш жорсткі вимоги ніж при проектуванні будівель.

При проектуванні естакад використовують типові конструкції та деталі.

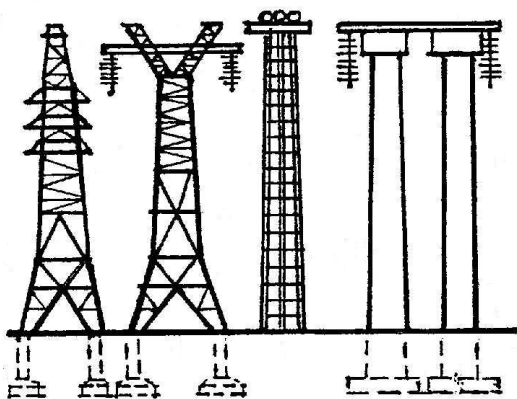


Рис. 1.6 – Опори під ЛЕМ, світильники

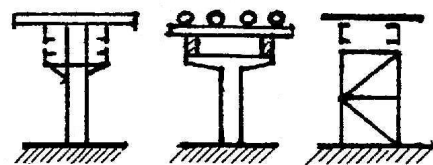


Рис. 1.8 – Окремо стоячі опори

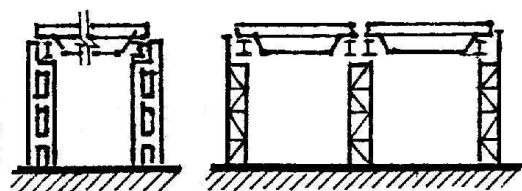


Рис. 1.9. Відкриті кранові естакади

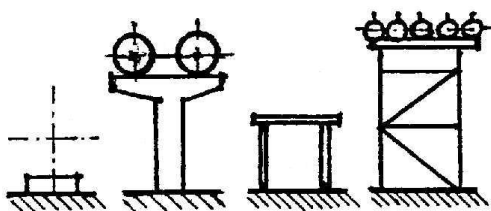


Рис. 1.7 – Естакади та трубопроводи

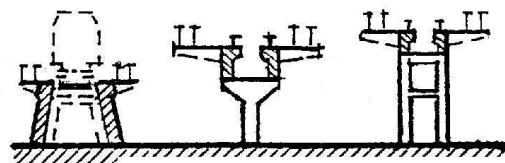


Рис. 1.10 – Розвантажувальні естакади



Рис. 1.11 – Конвеєрні галереї

## Тема 7. Силосні корпуси, бункери, засіки.

Силосом називають саморозвантажувальні ємкісні спорудження призначені для сипних матеріалів, постійно круглого, прямокутного січення в плані, висота котрого  $h > 1,5\sqrt{A}$ , де  $A$  – площа поперечного (горизонтального) січення. При цьому для круглого силосу  $h > 1,33\alpha$  для квадратного  $h > 1,5\alpha$ , де  $\alpha$  – найбільший діаметр кола, вписаного в поперечне січення силосу;  $h$  – висота стіни від верху днища до низу надсилосного перекриття. Форму, розмір та розташування силосів в плані приймають відповідно вимогам технології виготовлення, уніфікації, ґрунтовними умовами, а також виходячи з техніко-економічних зіставлень.

Бункерами звать саморозвантажувальні ємності для збереження та перевантаження сипних матеріалів, складаються з лійки в вигляді угнутої піраміди або угнутого конусу і верхньої піраміди або циліндричної ємності. При відношенні висоти вертикаль стінок (рахуючи від верху воронки) призматичної частини ємності к найменшому розміру в плані, меншого або рівного 1,5, ємності прийнято відносити к бункерам, а при більшому к силосам.

Засіки представляють собою багато гашені резервуари відкритою верхньою поверхнею в плані.

Розміри боків і висот чашечок залежать від необхідної потужності засік, виду збережуємих матеріалів, компоновки чашечок в залежності від технічного процесу та об'ємно-планувальних рішень будинків, в котрих розташовують засіки або з котрим схованки зв'язані. Компановку засік

виготовляють з уніфікованих чашечок розміром в плані 6х6, 9х9 м.

Висота стін 3,6; 4,8 і 6 м.

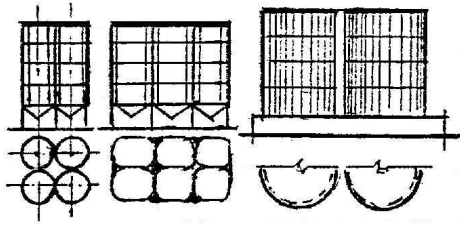


Рис. 1.12 – Силоси

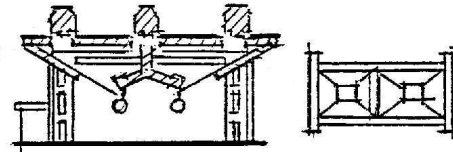


Рис. 1.13 – Бункери

**Тема 8.** Димарі, витяжні труби, градирні, підпорні стіни та ін.

Підпорні стіни використовують у промисловому, цивільному та сільськогосподарському будівництві переважно для огороження:

- обкосів насипів та виємok внутріплощадних і під'їзних залізнодорожніх шляхів і автомобільних доріг, при неможливості виконання обкосів з допоміжними ухилами;
- терас, влаштовуваних по генеральному плану в різних рівнях;
- окремо піднятих або заглиблених за вимогами технології ділянок, розташованих в середині або зовні споруд;
- спеціальних споруд – рамп, складів інертних або інших сипких матеріалів, бункерних естакад та рудних повір металургійних заводів;
- котлованів в процесі будівництва, при неможливості їх виконання з допоміжними ухилами.

Габаритні схеми характеризуються одним параметром – висотою ґрунту  $h$ , мінімальне значення котрого 1200 (для рамп). Розмір 6 м приймають кратним 600 мм, вище 6 – кратні 1200 мм.

За конструктивними рішеннями підпорні стіни розділяють на гравітаційні (жаростійкі) й гнучкі.

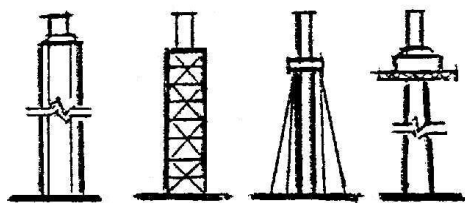


Рис. 1.14 – Димарі й вентиляційні труби

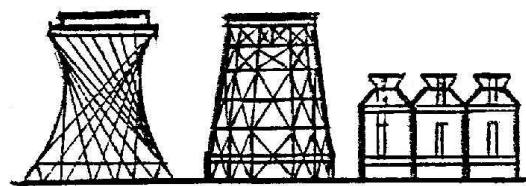


Рис. 1.15 – Градирні

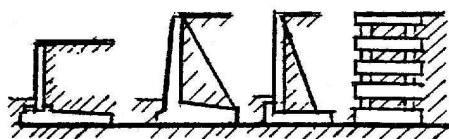


Рис. 1.16 – Підпорні стіни

## **ЗМ 1.4. Ємкостні інженерні споруди для водопостачання та каналізації**

### **Тема 9. Водонатискні вежі, резервуари для води і нафти, газгольдери**

Ємкісні споруди, які найбільше розповсюджені в практиці проектування знайшли резервуари для води, очистки в системах водопостачання і для очистки стокових вод.

Очисні споруди в системах водопостачання – фільтри, отстойники, освітлювачі та інші в системах очищення вод – аеротенки, біофільтри, нафтовідрозподілячі, нафтоловки, пісколовки, відстійники, змішувачі, фільтри-освітлювачі, флоратори та інші.

По конструктивним рішенням ємкісні споруди розподіляються на монолітні циліндричні; збірно-монолітні циліндричні або прямокутні (при цьому донья монолітне, стіни і покриття – збірні).

Розміри прямокутних або діаметри колових в плані ємкісних споруд кратні 3 по висоті – 0,6 м. При довжині боку або діаметру менш як 9 м, а також вбудованих в будинки спорудах (незалежно від розмірів) їх розміри передбачається приймати кратними для прямокутних споруд 1,5; для колових

1 м.

Водотискні вежі – споруди в системах водопостачання, призначені для регулювання витрат і натиску води в водопровідних мережах, створення її запасів та підрівнювання графіку праці насосних станцій. Вони використовуються в системах промислового, господарчо-житлового та протипожежного водопостачання промислових об'єктів, сільськогосподарчих комплексів та міст.

Основні конструктивні елементи водонапірних веж – бак, ствол і фундаменти.

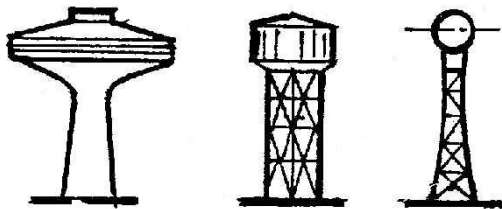


Рис. 1.17 – Водонапірні вежі

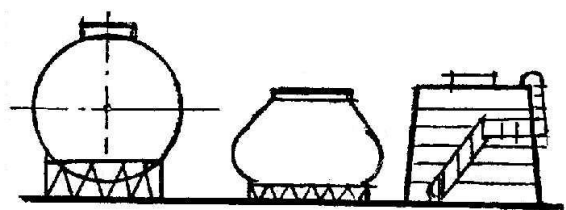


Рис. 1.18 – Резервуари

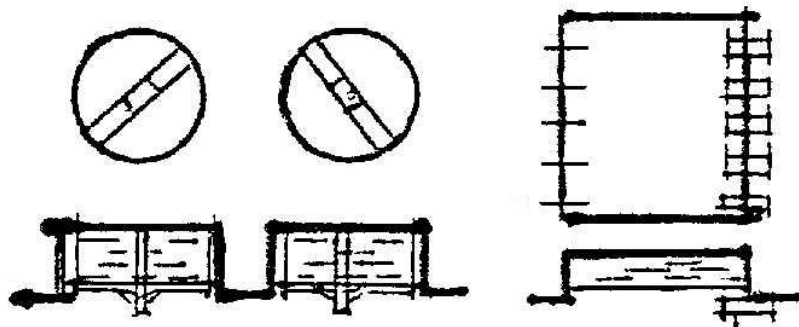


Рис. 1.19 – Очисні споруди

**Тема 10.** Аеротенки, усереднювачі, відстійники контактні резервуари, нафтоловки, пісколовки.

Аеротенки – це споруди, призначені для біологічного (лушпиння) очищення промислових стійкових вод, маючих органічні забруднення, побутових стійкових вод, та їх суміші з промисловими.

Найбільш розповсюджені чотирьохкоридорні аеротенки із збірною

залізобетону.

Продуктивністю від 80000 до 260000 м<sup>3</sup> в добу при періоді аерації 4... 204. В проекті розроблені компоновки із 5... 9 відсіків довжиною 84, 90, 96 і 102 м.; дно – монолітне бетонне; стіни – збірні залізобетонні панелі.

Усереднювачі концентрації стійкових вод баратажного типу призначені для вирівнювання концентрації забруднених промислових неагресивних стійкових вод, а також с різним ступенем агресивності і при різному характері агресивності по відношенню до будівельних конструкцій. Є два блоки усереднювачів, які мають дві або три відсіка з розмірами 12х5,1х24 м. Об'єм секції 1400 м<sup>3</sup>, її найбільша пропускна спроможність 530 м<sup>3</sup>/ч. Основа – монолітна бетонна; дно - монолітне залізобетонне; лотоки – дерев'яні; стіни – збірні залізобетонні панелі; містки ходові – збірні залізобетонні плити індивідуального виготовлення.

Контактні резервуари шириною 9 м використовують у складі очисних каналізаційних станцій і призначені для забезпечення розрахункового часу контакту очищених стікових вод з хлором та гіпохлоридом натрію. Ширина контактної резервуару 9, довжина 24, робоча глибина 3,3 м. Додатково передбачена вставка довжиною 3 м, що дозволяє збільшити довжину резервуару до 48 м.

Пісколовки з коловим переміщенням води стічних вод продуктивністю 1400... 64000 м<sup>3</sup> за добу призначені для затримки піска з побутових і близьких до них за складом промислових, а також нафтозмішуючі стікові води. Вони являють собою колові резервуари з конічним дном, в середині яких є кільцева лотка з щільовим отвором знизу. Видаляють пісок з пісколовки за допомогою гідроелеваторів.

Вузол споруд вміщує дві пісколовки розподільної камери і камери перемикання.

У проекті розроблені варіанти розміщення підводної лотки для кожного типу на рівні поверхні землі і в насипу висотою 1; 2; 3; 4; 5 м. Будівельні конструкції вирішені в монолітному й збірному залізобетоні.



# ПРОМИСЛОВІ СПОРУДИ

Група споруди	Інженерні споруди	Схема	Група споруди	Інженерні споруди	Схема
I	Оториди дитячості		II	Конвеєрні талерет	
	Стелі зорки			Водонапірні вежі	
II	Канали		III	Резервуари	
	Тонелі			Бункери	
	Опори під ЛЕСМ, світильників, блисківковдів.			Білоци	
	Окремі стоячі опори під трасопроводи			Очистні споруди	
	Стелі під трасопроводи		IV	Димарі та вентиляційні труби	
	Відкриті конові стелі			Тракторні	
	Розв'язувальні споруди			Підпорні стінки	

Рис. 1.20

## ЛІТЕРАТУРА

1. Справочник проектировщика инженерных сооружений. Под ред. канд. техн. наук Д.А. Коршунова. Минск, 1988.
2. Методичні вказівки і індивідуальні завдання до спеціального курсу «Інженерні споруди» з дисципліни «Архітектура будівель та споруд» Х.: ХНАМГ, 2007.
3. Фундаменту под машины: Методические рекомендации по творческому решению технических задач при изучении дисциплины «Архитектура зданий и сооружений» сост: И. И. Романенко. – Х.: ХНАМГ, 1991 – 52 с.
4. Архитектура гражданских и промышленных зданий. Т. V. Промышленные здания. Л.Ф. Шубин. – М. Стройиздат, 1986.

## Навчальне видання

Конспект лекцій до спеціального курсу

### «Інженерні споруди»

з дисципліни «*Архітектура будівель та споруд*» (для студентів 3 курсу  
напряму 6.060101 (0921) «Будівництво», спеціальностей: «Міське  
будівництво та господарство» і «Промислове і цивільне будівництво»)

Автор: к.т.н., доцент

Пагі Борис Юганович

Редактор: Аляб'єв М.З.

План 2009, поз. 9

---

Підп. до друку 21.12.2009 р.	Формат 60×84 1/16	Папір офісний
Друк на ризографі	Умовн.-друк. арк. 1,1	Обл.-вид. арк. 1,2
Замовл. №	Тираж 50 прим.	

---

61002, Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12

---

Сектор оперативної поліграфії ЦНІТ ХНАГХ  
61002, Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12